

# Solutions TP6 - Courroies

David Trif

22 février 2012

## Exercice 1

a.) Installation existante :

$$P_{mot} = 15 \text{ KW} = \frac{15000 \text{ W}}{736} \approx 20 \text{ CV} \quad (1)$$

Groupe de courroies : FILON<sup>1</sup>

Type de courroie : F2<sup>2</sup>

Vitesse et puissance de courroie<sup>3</sup> :

$$v = 7,7 \text{ m/s} \longrightarrow P_{coursr} = 1,5 \text{ CV/cm} \quad (2)$$

Facteurs de correction :

$$D - d = 350 \text{ mm} \Rightarrow C_1 = 1,07^4 \quad (3)$$

$$C_2 = 1,15^5 \quad (4)$$

Largeur de la courroie :

$$b = \frac{P_{mot}}{P_{coursr}} \cdot C_1 \cdot C_2 = \frac{20 \text{ CV}}{1,5 \text{ CV/cm}} \cdot 1,07 \cdot 1,15 = 164 \text{ mm} \quad (5)$$

Allongement spécifique  $\epsilon$  (utilisé pour le calcul de la tension moyenne)

$$\epsilon = 2,15\%{}^6 \leftrightarrow N = ES\epsilon \quad (6)$$

Pression sur les axes :

$$P = P_{sp}b = 32 \text{ kp/cm}{}^7 \cdot 16,4 \text{ cm} = 524,8 \text{ kp} = 524,8 \cdot 9,805 \text{ (N)} = 5,14 \text{ KN} \quad (7)$$

- 
1. Tableau 1. Programme de fabrication
  2. Tableau 7. Sélection du type de courroie
  3. Tableau 2. Valeurs des puissances
  4. Tableau 3. Facteur d'arc de contact
  5. Tableau 4. Facteur de service
  6. Tableau 5. Tension de pose
  7. Tableau 6. Pression sur axes

b.) Installation nouvelle

$$P_{mot} = 15 \text{ KW} = \frac{15000 \text{ W}}{736} \approx 20 \text{ CV} \quad (8)$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D}{d} \Rightarrow i = 1,66 \quad (9)$$

Groupe de courroies : FILON<sup>8</sup>

Type de courroie : F2<sup>9</sup>

$$d = 180 \text{ mm} \quad (10)$$

$$D = d \cdot i = 300 \text{ mm} \quad (11)$$

Vitesse et puissance de courroie<sup>10</sup> :

$$v = 9,5 \text{ m/s} \rightarrow P_{coursr} = 2,1 \text{ CV/cm} \quad (12)$$

Entre-axes minimum A<sup>11</sup> :

$$A = 350 \text{ mm} \quad (13)$$

Facteurs de correction :

$$D - d = 120 \text{ mm} \Rightarrow C_1 = 1,07^{12} \quad (14)$$

$$C_2 = 1,15^{13} \quad (15)$$

Largeur de la courroie :

$$b = \frac{P_{mot}}{P_{coursr}} \cdot C_1 \cdot C_2 = \frac{20 \text{ CV}}{2,1 \text{ CV/cm}} \cdot 1,07 \cdot 1,15 = 117 \text{ mm} \quad (16)$$

Allongement spécifique  $\epsilon$  :

$$\epsilon = 2,22\%^{14} \quad (17)$$

Pression sur les axes :

$$P = P_{sp}b = 34 \text{ kp/cm}^{15} \cdot 11,7 \text{ cm} = 397,8 \text{ kp} = 397,8 \cdot 9,805 \text{ (N)} = 3,9 \text{ KN} \quad (18)$$

---

8. Tableau 1. Programme de fabrication

9. Tableau 7. Sélection du type de courroie

10. Tableau 2. Valeurs des puissances

11. Tableau 8. Entre-axes minimum

12. Tableau 3. Facteur d'arc de contact

13. Tableau 4. Facteur de service

14. Tableau 5. Tension de pose

15. Tableau 6. Pression sur axes

## Exercice 2

Définition du rapport de transmission :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D}{d} \quad (19)$$

$$i = \frac{1460 \text{ tr/min}}{520 \text{ tr/min}} = 2,81 \quad (20)$$

$d = 224 \text{ mm} \rightarrow$  diamètre petite poulie<sup>16</sup>

$$D = d \cdot i = 2,81 \cdot 224 \text{ mm} = 630 \text{ mm} \quad (21)$$

D = diamètre grande poulie

Type de courroie : Groupe A+A, type A3<sup>17</sup>

Choix de l'entre-axes : A = 630 mm<sup>18</sup>

$$\sin \beta = \frac{D - d}{2A} = \frac{630 - 224}{1260} = 0,32 \quad (22)$$

$$\angle \beta = 18,8^\circ = \frac{2\pi \cdot 18,8^\circ}{360^\circ} = 0,33 \text{ (rad)} \quad (23)$$

L'angle au centre pour l'arc embrasé (petite poulie - motrice) :

$$\alpha_1 = 180^\circ - 2\beta = 180^\circ - 2 \cdot 18,8^\circ = 142,4^\circ \quad (24)$$

Calcul de la vitesse angulaire sur la poulie motrice

$$\omega_1 = 2\pi n_1 = 2\pi \cdot 1460 \frac{\text{tr}}{\text{min}} = 153 \text{ s}^{-1} \quad (25)$$

Vitesse de la courroie

$$v = \omega_1 \frac{d}{2} = 153 \text{ s}^{-1} \cdot 0,112 \text{ m} = 17,15 \text{ m/s} \quad (26)$$

Couple moteur :

$$C = \frac{P}{\omega_1} = \frac{45000 \text{ Nm/s}}{153 \text{ 1/s}} = 294 \text{ Nm} \quad (27)$$

Effort transmis Q :

$$Q = \frac{C}{\frac{1}{2}d} = \frac{294 \text{ Nm}}{0,112 \text{ m}} = 2625 \text{ N} \quad (28)$$

$$Q = \bar{T} - \bar{t} \quad (29)$$

---

16. Tableau 7. Sélection du type de courroie ; puissance du moteur P = 45 KW = 61 CV

17. Tableau 7. Sélection du type de courroie

18. Tableau 8. Entre-axes minimum

Tensions à l'arrêt :

– brin tendu -  $\bar{T}$

– brin mou -  $\bar{t}$

Facteurs de correction :

– facteur d'arc de contact :  $C_1 = 1,13$  <sup>19</sup>

– facteur de service  $C_2 = 1,4$  <sup>20</sup>

Largeur de la courroie :

$$b = \frac{P_{mot}}{P_{courr}} \cdot C_1 \cdot C_2 = \frac{61 \text{ CV}}{6,5 \text{ CV/cm}} \cdot 1,13 \cdot 1,4 = 14,8 \text{ cm} = 150 \text{ mm} \quad (30)$$

$P_{courr}$  - puissance de courroie <sup>21</sup>

Tension moyenne :

$$\bar{N}_0 = \frac{\bar{T} + \bar{t}}{2} \quad (31)$$

$$\epsilon = \frac{N}{ES} \leftarrow \text{formule générale} \quad (32)$$

$$\Rightarrow \bar{N}_0 \approx ES\epsilon = Ebs\epsilon \quad (33)$$

$$\Rightarrow \bar{N}_0 = 370 \text{ N/mm}^2 \cdot 150 \text{ mm} \cdot 3,4 \text{ mm} \cdot 0,02 = 7548 \text{ N} = 3,9 \text{ KN} \quad (34)$$

s = épaisseur de la courroie

E = module d'élasticité

$\epsilon$  = allongement spécifique <sup>22</sup> = 2%

S = section de la courroie

## Exercice 3

Fréquence de rotation, poulie réceptrice :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = 2 \Rightarrow n_2 = 200 \text{ tr/min} \quad (35)$$

Diamètres poulies <sup>23</sup> :

$$d = 450 \text{ mm} \Rightarrow D = 2 \cdot 450 = 900 \text{ mm} \quad (36)$$

Entre-axes <sup>24</sup> :

$$A = 900 \text{ mm} \quad (37)$$

---

19. Tableau 3. Facteur d'arc de contact

20. Tableau 4. Facteur de service

21. Tableau 2. Valeurs des puissances

22. Tableau 5. Tension de pose

23. Tableau 7. Sélection du type de courroie

24. Tableau 8. Entres-axes minimum



| Groupe  | Type | s<br>(mm) | E<br>(daN/mm <sup>2</sup> ) | $\mu'$ | $\rho$<br>(kg/dm <sup>3</sup> ) |
|---------|------|-----------|-----------------------------|--------|---------------------------------|
| Filon   | F0   | 0,7       | 28                          | 0,5    | 1,1                             |
| Filon   | F1   | 1,3       | 30                          | 0,5    | 1,1                             |
| Filon   | F2   | 2,0       | 38                          | 0,5    | 1,1                             |
| Filon   | F3   | 2,8       | 45                          | 0,5    | 1,1                             |
| A+A     | A2   | 2,8       | 27                          | 0,5    | 1,1                             |
| A+A     | A3   | 3,4       | 37                          | 0,5    | 1,1                             |
| A+A     | A4   | 4,7       | 48                          | 0,5    | 1,1                             |
| A+A     | A5   | 6,0       | 55                          | 0,5    | 1,1                             |
| Souplex | S1   | 1,5       | 26                          | 0,5    | 1,1                             |
| Souplex | S2   | 2,2       | 34                          | 0,5    | 1,1                             |
| Souplex | S3   | 3,0       | 25                          | 0,5    | 1,1                             |
| Souplex | S5   | 5,0       | 25                          | 0,5    | 1,1                             |

TABLE 1 – Caractéristiques des courroies HABASIT

Longueur courroie :

$$l = \frac{(D+d) \cdot \pi}{2} + 2A + \frac{(D-d)^2}{4A} \approx 4000 \text{ mm} \quad (38)$$

$$\sin \beta = \frac{D-d}{2A} = \frac{450 \text{ mm}}{1800 \text{ mm}} = 0,25 \Rightarrow \beta \approx 15^\circ \quad (39)$$

Arc d'enroulement :

$$\alpha_1 = 180^\circ - 2\beta = 150^\circ \quad (40)$$

$$\omega_1 = 2\pi n_1 = 41,88 \text{ s}^{-1} \quad (41)$$

Vitesse de la courroie :

$$v = \omega_1 \frac{d}{2} = 41,88 \cdot 0,225 = 9,42 \text{ m/s} \quad (42)$$

Couple moteur :

$$C = \frac{P_{mot}}{\omega_1} = \frac{100 \text{ CV}}{41,88 \text{ s}^{-1}} = \frac{73,6 \text{ KW}}{41,88 \text{ s}^{-1}} = 1757 \text{ Nm} \quad (43)$$

Effort transmis :

$$C = Q \frac{d}{2} \Rightarrow Q = \frac{2C}{d} = \frac{1757 \text{ Nm}}{0,225 \text{ m}} = 7,81 \text{ KN} \quad (44)$$

Quelle courroie ? <sup>25</sup>  $\leftrightarrow$  Groupe A+A ; type A4

Section de la courroie :

$$b = \frac{P_{mot}}{P_{cours}} \cdot C_1 \cdot C_2 \quad (45)$$

---

25. Tableau 7. Sélection du type de courroie

$$C_1 = 1,08 \quad ^{26} \quad (46)$$

$$C_2 = 1,4 \quad ^{27} \quad (47)$$

$$\Rightarrow b = \frac{100 \text{ CV}}{5,9 \text{ CV/cm}} \cdot 1,08 \cdot 1,4 = 256 \text{ mm} \quad ^{28} \quad (48)$$

Rendement de la courroie :

$$\eta = 1 - \frac{Q}{ES} = 1 - \frac{7810 \text{ N}}{480 \text{ N/mm}^2 \cdot 256 \text{ mm} \cdot 4,7 \text{ mm}} = 0,98 \quad (49)$$

$$\eta = 98\% \quad (50)$$

Tension moyenne et efforts sur les arbres :

$$\epsilon = 2\% \quad ^{29} \quad (51)$$

$$\overline{N}_0 = ES\epsilon = Ebs\epsilon = 480 \text{ N/mm}^2 \cdot 256 \text{ mm} \cdot 4,7 \text{ mm} \cdot 0,02 = 11,55 \text{ KN} \quad (52)$$

$$R_x = 2\overline{N}_0 \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 11,55 \text{ KN} \cdot \sin \frac{150^\circ}{2} = 22,31 \text{ KN} \quad (53)$$

$$R_y = Q \cos \frac{\alpha_1}{2} = 7,81 \text{ KN} \cdot \cos \frac{150^\circ}{2} = 2,02 \text{ KN} \quad (54)$$

---

26. Tableau 3. Facteur d'arc de contact

27. Tableau 4. Facteur de service

28. Tableau 2. Valeurs des puissances

29. Tableau 5. Tension de pose

## Choix de la courroie HABASIT appropriée

### ● Exemple: Installation existante

Compresseur à piston, moteur 40 CV. Poulie motrice  
 $d = 250 \text{ mm}$   
 $n_1 = 1450 \text{ t/min.}$  Poulie menée  $D = 750 \text{ mm}$   
 $n_2 = 483 \text{ t/min.}$  Entre-axes  $A = 1650 \text{ mm}$   
 Chocs prononcés et accélération des masses.

| Phase | Détermination de:   | Conclusion        |
|-------|---|-------------------|
| 1     | Groupe de courroies: Tableau 1 recommande pour conditions sévères (chocs)   | Groupe A+A        |
| 2     | Type de courroie: Tableau 7 indique à l'intersection de la puissance = 40 CV et $n_1 = 1450 \text{ t/min.}$ en direction de la flèche   | Type A 3          |
| 3     | Puissance de courroie: En direction de la flèche ① sur tableau 2, en partant de $d = 250 \text{ mm}$ , on trouve pour $n_1 = 1450 \text{ t/min.}$ vitesse de courroie $v$<br>Puissance de courroie pour le type A 3 sur ligne $d = 250 \text{ mm}$<br>(Suivant le diamètre de poulie et la largeur de courroie désirée, on peut choisir les types voisins A 4 avec 9,6 CV/cm ou A 2 avec 4,7 CV/cm) | 19 m/s<br>7 CV/cm |
| 4     | Facteurs de correction $C_1$ et $C_2$ : Tableau 3 indique pour l'arc de contact $\beta$ ou pour le point d'intersection de l'entre-axes $A = 1650 \text{ mm}$ et de la différence des diamètres $D-d = 750-250 = 500 \text{ mm}$ , en direction de la flèche ①, le facteur d'arc de contact $C_1$ .<br>Suivant tableau 4, le facteur de service $C_2$ pour types A-A sous chocs est de 1,3 à 1,5    | 1,05<br>1,4       |
| 5     | Largeur de courroie $b$ :<br>$b = \frac{\text{Puissance-moteur} \cdot C_1 \cdot C_2}{\text{Puissance de courroie en CV/cm}} = \frac{40 \cdot 1,05 \cdot 1,4}{7} = 8,4 \text{ ou } 9 \text{ cm}$   | 9 cm              |
| 6     | Tension: Tableau 5 indique pour $d = 250 \text{ mm}$ et le type A 3, en direction de la flèche ①  | 2,1%              |
| 7     | Pression sur axes: Tableau 6 donne pour une tension de 2,1% et le type A 3 = 53,5 kp/cm, d'où pour 9 cm de largeur = 53,5 · 9   | 482 kp            |

### ● Exemple: Installation nouvelle

Compresseur à piston, moteur 40 CV,  
 $n_1 = 1450 \text{ t/min.}$ ,  $n_2 = 483 \text{ t/min.}$ ,  
 $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1450}{483} = 3$   
 Chocs prononcés et accélération des masses.

| Phase | Détermination de:  | Conclusion                   |
|-------|--|------------------------------|
| 1     | Groupe de courroies: Tableau 1 recommande pour conditions sévères (chocs)  | Groupe A+A                   |
| 2     | Type de courroie et $d$ et $D$ : Tableau 7 indique à l'intersection de la puissance = 40 CV et $n_1 = 1450 \text{ t/min.}$ en direction de la flèche. Comme diamètre le plus économique de la petite poulie $d$ d'où $D = i \cdot d = 3 \cdot 200 \text{ mm}$        | Type A 3<br>200 mm<br>600 mm |
| 3     | Puissance de courroie: En direction de la flèche ② sur tableau 2, en partant de $d = 200 \text{ mm}$ , on trouve pour $n_1 = 1450 \text{ t/min.}$ vitesse de courroie $v$<br>Puissance de courroie pour le type A 3 sur ligne $d = 200 \text{ mm}$                   | 15,2 m/s<br>8,5 CV/cm        |
| 4     | Entre-axes minimum Amin.: Tableau 8 indique à l'intersection de $D = 600 \text{ mm}$ avec la ligne $D:d = 3$ en direction de la flèche ② Amin. (nous consulter si Amin. doit être inférieur)   | 560 mm                       |
| 5     | Facteurs de correction $C_1$ et $C_2$ : Tableau 3 indique à l'intersection de l'entre-axes $A = 560 \text{ mm}$ et de $D-d = 400 \text{ mm}$ , en direction de la flèche ②, le facteur d'arc de contact $C_1$ .<br>Tableau 4 exige un facteur de service moyen $C_2$ | 1,15<br>1,4                  |
| 6     | Largeur de courroie $b$ :<br>$b = \frac{\text{Puissance-moteur} \cdot C_1 \cdot C_2}{\text{Puissance de courroie en CV/cm}} = \frac{40 \cdot 1,15 \cdot 1,4}{5,5} = 11,7 \text{ ou } 12 \text{ cm}$  | 11,7 ou 12 cm                |
| 7     | Tension: Tableau 5 indique pour $d = 200 \text{ mm}$ et le type A 3, en direction de la flèche ②   | 2%                           |
| 8     | Pression sur axes: Tableau 6 donne pour une tension de 2% et le type A 3 = 51 kp/cm, d'où pour 12 cm de largeur = 51 · 12  | 612 kp                       |

Tableau 1. Programme de fabrication (toutes largeurs jusqu'à 1200 mm)

| Groupe  | Type | $\phi$ min. mm | Coefficient de friction $\mu$ | Poids kp/m <sup>2</sup> | Epaisseur mm | Charge pour allongement de 1% kp/cm | Caractéristiques d'application  |
|---------|------|----------------|-------------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------------------|---|
| FILON   | F0   | 15             | 0,5 - 0,6                     | 0,6                     | 0,7          | 2,0                                 | Pour transmissions normales dans toutes les industries. (Sans effet nuisible dû à l'humidité, l'huile, aux risques d'incendie ou de chocs prononcés.)                 |
|         | F1   | 25             |                               | 1,2                     | 1,3          | 3,9                                 |   |
|         | F2   | 60             |                               | 2,5                     | 2,0          | 7,5                                 |   |
|         | F3   | 120            |                               | 3,0                     | 2,8          | 12,5                                |   |
| A+A     | A2   | 60             | 0,75 - 0,9                    | 2,9                     | 2,8          | 7,5                                 | Pour conditions sévères (risques d'explosion, humidité élevée, huile, poussière, chocs). Marche croisée possible. Résistance élevée à l'usure, antistatique, adhésif. |
|         | A3   | 120            |                               | 3,8                     | 3,4          | 12,5                                |   |
|         | A4   | 240            |                               | 5,5                     | 4,7          | 22,6                                |   |
|         | A5   | 340            |                               | 6,9                     | 6,0          | 32,8                                |   |
| SOUPLEX | S1   | 25             | 0,6 - 0,7                     | 1,4                     | 1,5          | 3,9                                 | Pour poulies en aluminium et grands rapports.   |
|         | S2   | 60             |                               | 2,2                     | 2,2          | 7,5                                 |   |
|         | S3   | 60             |                               | 3,4                     | 3,0          | 7,6                                 | Tours automatiques et broches textiles. (Tous les types Souplex sont utilisables sur leurs 2 faces.)  |
|         | S5   | 120            |                               | 5,8                     | 5,0          | 12,6                                |   |

FIGURE 1 – Tableau 1. Programme de fabrication



Tableau 2. Valeurs des puissances (puissances pour  $v$  au-dessus de 50 m/s sur demande)

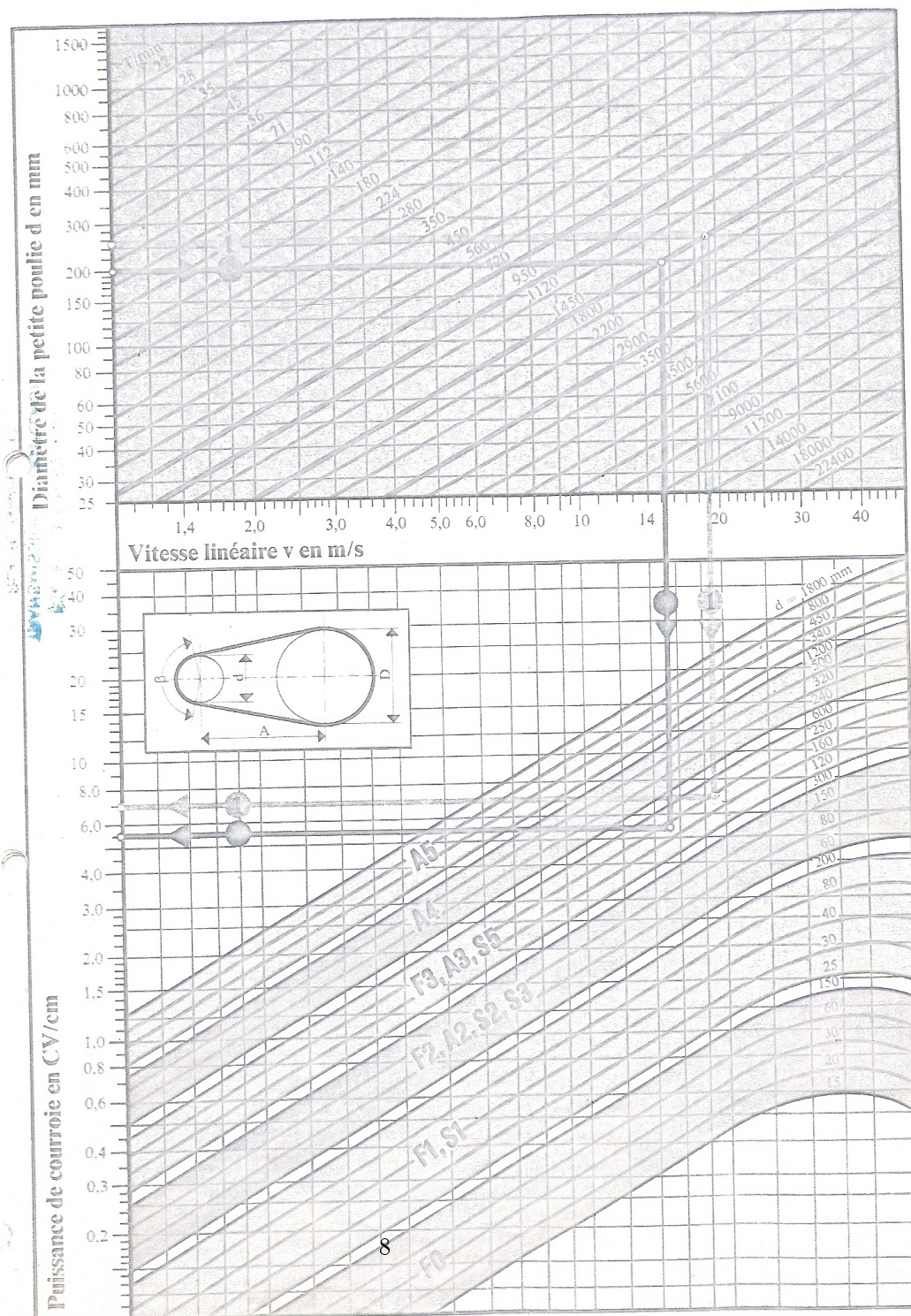


FIGURE 2 – Tableau 2. Valeurs des puissances



Tableau 3. Facteur d'arc de contact  $C_1$

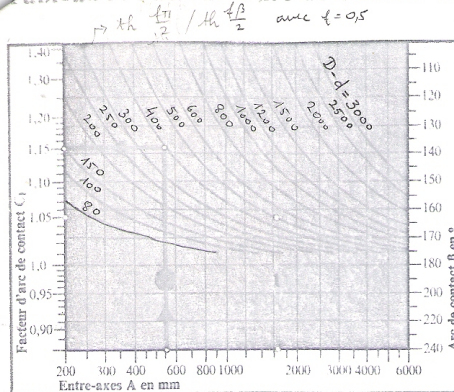
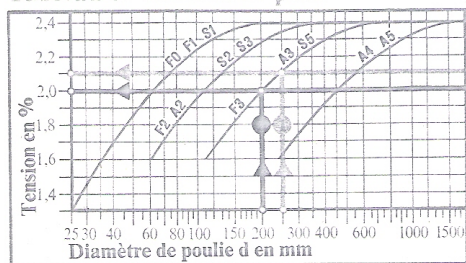


Tableau 4. Facteur de service  $C_2$

| Conditions d'utilisation  | Coefficient de correction $C_2$ |         |                  |
|---|---------------------------------|---------|------------------|
|   | Elevé                           | A-A     | Souple           |
| Service régulier. Pompes, souffleries, ventilateurs, générateurs, transmissions, bandes transporteuses.   | 1,1-1,2                         | 1,0     | 1,0              |
| Service irrégulier sans chocs. Machines à travailler le bois et les métaux, machines textiles et d'imprimerie, centrifuges, agitateurs, élévateurs.                                       | 1,2-1,3                         | 1,1     | 1,1              |
| Service irrégulier avec chocs. Mortaiseuses et raboteuses, presses, métiers à tisser, cardes, petits laminoirs, broyeurs, poinçonneuses.  | 1,3-1,5                         | 1,2-1,3 | 1,2-1,3          |
| Chocs prononcés et grande accélération des masses. Moulins, concasseurs, scies multiples, laminoirs, broyeurs, calendres, compresseurs à piston. Forte influence d'huile ou de poussière. | 1,5-1,7                         | 1,3-1,5 | sans utilisation |

Tableau 5. Tension de pose



Valable pour v jusqu'à 30 m/s. Supplément pour v de 30-50 m/s 0,2%, pour forte humidité 0,4%. Avec un enrouleur (lénix), 50% de la tension suffisent pour le brin mou.

Tableau 6. Pression sur axes

|       |       |             |          |       |       |     |     |
|-------|-------|-------------|----------|-------|-------|-----|-----|
| 18    | 17    | 16          | 15       | 14    | 13    | 12  | 11  |
| 60    | 55    | 50          | 45       | 40    | 35    |     |     |
| 180   | 170   | 160         | 150      | 140   | 130   | 120 | 110 |
| 100   | 90    | 80          | 70       |       |       |     |     |
| kp/cm | kp/cm | kp/cm       | kp/cm    | kp/cm | kp/cm |     |     |
| F0    | F1 S1 | F2 A2 S2 S3 | F3 A3 S3 | A4    | A5    |     |     |

Un supplément de tension pour v supérieur à 30 m/s et forte humidité suivant tableau 5 n'a pas d'influence sur la pression sur axes.

## Comment commander une courroie plate HABASIT?

Suivant exemple ① type A3, largeur 90 mm, sans fin ou biseautée.

Longueur de courroie mesurée ou calculée selon formule (tableau 12)

Déduire tension 2,1 % (à défaut d'un moyen de réglage)

longueur nette

= 4908 mm

= 103 mm

= 4805 mm

Tableau 7. Sélection du type de courroie et diamètre d sur installations nouvelles

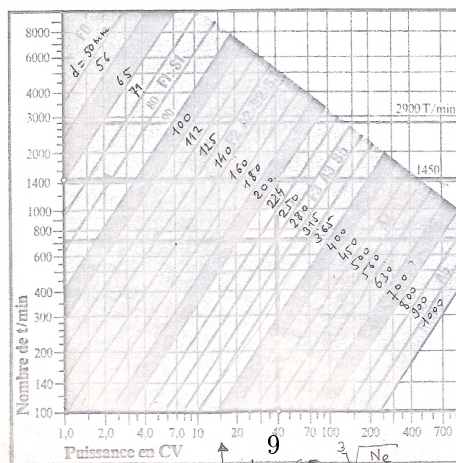


Tableau 8. Entre-axes minimum

